

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-170111

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

G06T 3/00  
G06T 7/20

(21)Application number : 2000-367376

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 01.12.2000

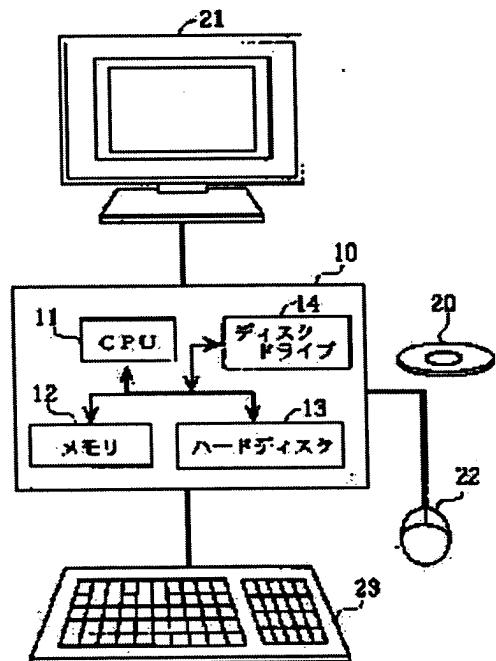
(72)Inventor : CHIBA NAOKI

(54) IMAGE SYNTHESIZING APPARATUS AND METHOD AND RECORDING MEDIUM  
RECORDING IMAGE SYNTHESIZING PROGRAM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image synthesizing apparatus providing panoramic images of high accuracy even in the absence of sufficient matching between point features due to small amount of textures on images.

**SOLUTION:** The image synthesizing apparatus for synthesizing two overlapping images includes a first means for extracting a linear segment of each image from the overlapping parts of the two image, a second means for obtaining the matching of the linear segments between both images, a third means for calculating a geometrical conversion parameter between both images, and a fourth means for synthesizing both images using the calculated geometrical conversion parameter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application] 07.07.2005

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-170111

(P2002-170111A)

(43)公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51)Int.Cl.

G 06 T 3/00  
7/20

識別記号

400

F I

G 06 T 3/00  
7/20

テマコード(参考)

400 J 5 B 057  
B 5 L 096

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願2000-367376(P2000-367376)

(22)出願日 平成12年12月1日 (2000.12.1)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 千葉 直樹

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74)代理人 100086391

弁理士 香山 秀幸

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12

CB16 CD11 CE08 DA07 DA08

DB02 DC07 DC22

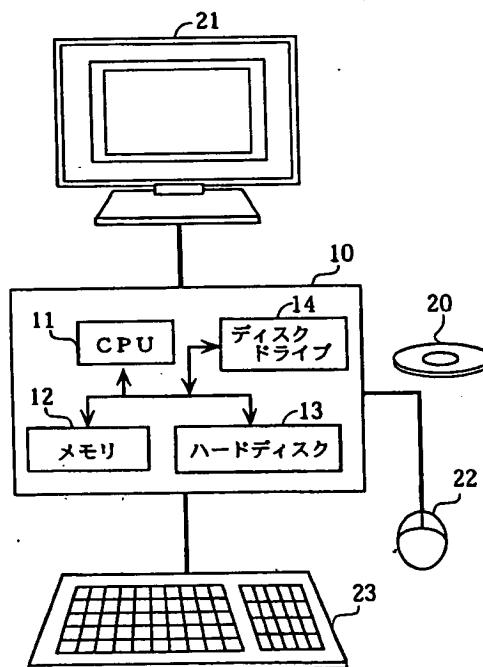
5L096 AA06 FA14 FA32 HA04

(54)【発明の名称】 画像合成装置、画像合成方法および画像合成プログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【目的】 この発明は、画像に模様(テクスチャ)が少なく、十分な点特徴の対応が得られない場合でも、精度の高いパノラマ画像が得られる画像合成装置を提供することを目的とする。

【構成】 重なり部分を有する2枚の画像を合成する画像合成装置において、2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1手段、両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2手段、獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3手段、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4手段を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重なり部分を有する2枚の画像を合成する画像合成装置において、  
2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1手段、  
両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2手段、  
獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3手段、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4手段、  
を備えていることを特徴とする画像合成装置。

## 【請求項2】 第2手段は、

両画像間のオプティカルフローを推定する手段、  
得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、一方の第1画像のある直線セグメントの端点の座標から他方の第2画像での座標を予測する手段、および予測された第2画像での端点の座標値と最もマッチング度が高い第2画像の直線セグメントを探索する手段、  
を備えている請求項1に記載の画像合成装置。

【請求項3】 重なり部分を有する2枚の画像を合成する画像合成方法において、  
2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1ステップ、  
両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2ステップ、  
獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3ステップ、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4ステップ、  
を備えていることを特徴とする画像合成方法。

## 【請求項4】 第2ステップは、

両画像間のオプティカルフローを推定するステップ、  
得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、一方の第1画像のある直線セグメントの端点の座標から他方の第2画像での座標を予測するステップ、および予測された第2画像での端点の座標値と最もマッチング度が高い第2画像の直線セグメントを探索するステップ、  
を備えている請求項3に記載の画像合成方法。

【請求項5】 重なり部分を有する2枚の画像を合成する画像合成処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、  
2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1ステップ、  
両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2ステップ、  
獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3ステップ、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4ステップ、

をコンピュータに実行させめるための画像合成処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項6】 第2ステップは、  
両画像間のオプティカルフローを推定するステップ、  
得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、一方の第1画像のある直線セグメントの端点の座標から他方の第2画像での座標を予測するステップ、および予測された第2画像での端点の座標値と最もマッチング度が高い第2画像の直線セグメントを探索するステップ、  
を備えている請求項5に記載の画像合成処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、画像合成装置、  
画像合成方法および画像合成プログラムを記録した記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 (1) 従来のオプティカルフローの算出方法についての説明

【0003】 2枚の画像からオプティカルフローを計算し、得られたオプティカルフローに基づいて、2枚の画像間での位置合わせを行う技術が知られている。従来のオプティカルフローの算出方法について説明する。

## 【0004】 (1) Lucas-Kanade法

従来から、動画像における運動物体の見かけの速度場(オプティカルフロー)を計算する手法が数多く提案されている。中でも局所勾配法であるLucas-Kanade法は、最も良い手法の一つである。その理由は、処理が高速、実装が容易、結果が信頼度を持つことである。

【0005】 Lucas-Kanade法の詳細については、文献：B. Lucas and T. Kanade, "An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision," In Seventh International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI-81), pp. 674-679, 1981を参照のこと。

【0006】 以下に、Lucas-Kanade法の概要を述べる。ある時刻  $t$  の画像座標  $p = (x, y)$  の濃淡パターン  $I(x, y, t)$  が、ある微小時間後 ( $\delta t$ ) に座標  $(x + \delta x, y + \delta y)$  に、その濃淡分布を一定に保ったまま移動した時、次のオプティカルフロー拘束式1が成り立つ。

## 【0007】

## 【数1】

$$\frac{\partial I}{\partial x} \frac{\delta x}{\delta t} + \frac{\partial I}{\partial y} \frac{\delta y}{\delta t} + \frac{\partial I}{\partial t} = 0$$

【0008】 2次元画像でオプティカルフロー ( $v = (\delta x / \delta t, \delta y / \delta t) = (u, v)$ ) を計算するには、未知パラメータ数が2個があるので、もう一個拘束式が必要である。Lucas と Kanade( 金出) は、同一物

体の局所領域では、同一のオプティカルフローを持つと仮定した。

【0009】例えば、画像上の局所領域 $\omega$ 内で、オプティカルフローが一定であるとすると、最小化したい濃淡パターンの二乗誤差 $E$ は、

$$I_0(p) = I(x, y, t), \\ I_1(p+v) = I(x+u, y+v, t+\delta t)$$

と書き改めると、次式2で定義できる。

【0010】

【数2】

$$E = \sum [I_1(p+v) - I_0(p)]^2$$

【0011】ここで、 $v$ が微少な場合には、テラーー展開の2次以上の項を無視できるので、次式3の関係が成り立つ。

【0012】

【数3】

$$I_1(p+v) = I_0(p) + g(p)v$$

【0013】ここで、 $g(p)$ は、 $I_1(p)$ の一次微分である。

【0014】誤差 $E$ が最小になるのは、 $E$ の $v$ に対する微分値が0の時であるので、次式4の関係が成り立つ。

【0015】

【数4】

$$0 = \frac{\partial E}{\partial v} \\ = \frac{\partial}{\partial v} \sum [I_1(p) + g(p)v - I_0(p)]^2 \\ = \sum 2g(p)[I_1(p) + g(p)v - I_0(p)]$$

【0016】故にオプティカルフロー $v$ は次式5で求められる。

【0017】

【数5】

$$v = \frac{\sum g(p)[I_0(p) - I_1(p)]}{\sum g(p)^2}$$

【0018】更に、次式6に示すように、ニュートン・ラフソン的な反復演算によって精度良く求めることができる。

【0019】

【数6】

$$v_{t+1} = v_t + \frac{\sum g_k [I_0 - I_1^k]}{\sum (g_k)^2} \\ I_1^k = I_1(p + v_k), \\ g_k = g(p + v_k), \\ I_0 = I_0(p)$$

【0020】(2) 階層的推定法

Lucas-Kanade法を含む勾配法の最も大きな問題点は、良

好な初期値が必要るために、大きな動きに対しては適用できないことである。そこで、従来からピラミッド階層構造型に数段回の解像度の異なる画像を作成して解決する方法が提案されている。

【0021】これは、まず、2枚の連続した画像から、予めそれぞれの画像の数段階の解像度の異なる画像を作成する。次に、最も解像度の低い画像において、おおまかなオプティカルフローを計算する。そして、この結果を参考にして、一段解像度の高い画像においてより精密なオプティカルフローを計算する。この処理を最も解像度の高い画像まで順次繰り返す。

【0022】図4は原画像を、図3は図4の原画像より解像度の低い画像を、図2は図3の低解像度画像より解像度の低い画像を、図1は図2の低解像度画像より解像度の低い画像を、それぞれ示している。図1～図4において、Sは、1つのパッチを示している。

【0023】図1の画像(階層1の画像)、図2の画像(階層2の画像)、図3の画像(階層3の画像)および図4の画像(階層4の画像)の順番で段階的にオプティカルフローが求められる。図1～図4において矢印は、パッチ毎に求められたオプティカルフローベクトルを示している。

【0024】しかしながら、ここで問題点は、実画像では、十分な模様(テクスチャ)を含む領域が少なく、信頼性のあるオプティカルフローが得られないことにあら。

【0025】(2) 本出願人が開発したオプティカルフロー算出方法についての説明。

【0026】本出願人が開発したオプティカルフロー算出方法は、ピラミッド階層型に数段回の解像度の異なる画像を作成して、オプティカルフローを段階的に計算する階層的推定を前提としている。オプティカルフローの計算方法は、Lucas-Kanade法等の勾配法に従う。つまり、階層構造化した勾配法によるオプティカルフロー推定法を前提としている。ここでは、勾配法としてLucas-Kanade法が用いられている。

【0027】本出願人が開発したオプティカルフロー推定方法の特徴は、階層構造化したLucas-Kanade法によるオプティカルフロー推定法の各段階において得られたオプティカルフローを、膨張処理によって補完することにある。以下、これについて詳しく説明する。

【0028】Lucas-Kanade法の長所の一つは、追跡結果が信頼性を持つことである。TomasiとKanadeとは、ある領域の追跡可能性が、以下のように微分画像から算出できることを示した(C. Tomasi and T. Kanade, "Shape and Motion from Image Streams: a Factorization method-Part 3 Detection and Tracking of Point Features", CMU-CS-91-132, Carnegie Mellon University, 1991.)。

【0029】ある領域画像 $\omega$ の垂直・水平方向の微分の

2乗要素を持つ式7の $2 \times 2$ の係数行列Gから、その固有値を計算することで、その領域の追跡可能性を決定することができる。

【0030】

【数7】

$$G = \sum_{p \in \omega} g(p)g(p)^T$$

【0031】この行列Gの固有値が両方とも大きい場合には、その領域は直交方向に変化を持ち、一意の位置決めが可能である。従って、小さい方の固有値 $\lambda_{\min}$ と、追跡後の領域間の濃淡残差Eから、追跡結果の信頼度 $\gamma$ を次式8によって得ることができる。

【0032】

【数8】

$$\gamma = \frac{\lambda_{\min}}{E}$$

【0033】本発明者らは、オプティカルフローの同一階層内で信頼度の高い結果を用いて、信頼度の低い領域を補間する方法を開発した。これは、一段階粗い階層での結果を、追跡の初期値だけに用いて、着目している現段階の階層の結果には何も利用しない。代わりに、テクスチャの少ない領域のオプティカルフローはその周囲のオプティカルフローに近い値を持つと仮定し、モルフォロジー処理によりフロー場を補完するものである。

【0034】図5にフローべクトルの膨張処理の様子を示す。

【0035】左図は、フローべクトルの信頼度のマップを濃淡で表したものである。ここで、黒ければ高い信頼度が高いとする。

【0036】まず、得られたフローをしきい値処理する。白い部分は、結果の信頼度が低いために、しきい値処理されたものである。

【0037】次に、2値画像でのモルフォロジー演算による穴埋め処理を模して、フロー場において結果の膨張処理を次のように行う。ある領域 $i, j$ のフローべクトル $u(i, j)$ は、その4近傍のフローべクトルから信頼度 $\gamma$ に応じて重み付けを行って次式9のように計算できる。

【0038】

【数9】

$$u(i, j) = \sum_{p, q} \frac{\gamma(i+p, j+q) \times u(i+p, j+q)}{\gamma_A}$$

$$(p, q) = (0, 1), (0, -1), (-1, 0), (1, 0)$$

$$\gamma_A = \sum_{p, q} \gamma(i+p, j+q)$$

【0039】この処理を、しきい値処理されたすべての信頼度の低い領域が埋まるまで、繰り返す。この補完処理を、各階層において行う。なお、ある領域 $i, j$ のフローべクトル $u(i, j)$ を、その8近傍のフローべク

トルから信頼度 $\gamma$ に応じて重み付けを行って算出するようにもよい。

【0040】図6(a)は、ある階層の画像に対してしきい値処理されたオプティカルフローを示し、図6(b)は補完後のオプティカルフローを示している。図6(a)において、矢印はしきい値処理によって信頼度が高いと判定されたオプティカルフローべクトルであり、×印は信頼度が低いとされた部分を示している。

【0041】(3) 従来のパノラマ画像の生成方法の説明

広い視野の画像を獲得する方法には、魚眼レンズや鏡を用いた全方位センサなどを用いる方法があるが、高価であり、解像度が低いという問題がある。

【0042】一方、通常のカメラで撮像した複数の画像を貼りあわせてパノラマ画像を合成する手法が提案されている。この種の画像合成方法として、本特許出願人が開発した方法が知られている(特開平11-339021号公報参照)。本特許出願人が既に開発している画像合成方法では、画像の特徴的な小方形画像(点特徴)を抽出し、これらの特徴点を2枚の画像間で対応づけ、それらの対応関係から二枚の画像間の幾何変換パラメータを算出することによって、パノラマ画像を合成する。

【0043】しかしながら、上記従来方法では、建物の単色の壁など、点特徴が十分に得られない場合には、精度高く幾何変換パラメータを算出することが困難であるという問題がある。

【0044】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、画像に模様(テクスチャ)が少なく、十分な点特徴の対応が得られない場合でも、精度の高いパノラマ画像が得られる画像合成装置、画像合成方法、画像合成プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0045】

【課題を解決するための手段】この発明による画像合成装置は、重なり部分を有する2枚の画像を合成する画像合成装置において、2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1手段、両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2手段、獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3手段、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4手段を備えていることを特徴とする。

【0046】第2手段としては、たとえば、両画像間のオプティカルフローを推定する手段、得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、一方の第1画像のある直線セグメントの端点の座標から他方の第2画像での座標を予測する手段、および予測された第2画像での端点の座標値と最もマッチング度が高い第2画像の直線セグメントを探索する手段を備えているものが用いられる。

【0047】この発明による画像合成方法は、重なり部

分を有する2枚の画像を合成する画像合成方法において、2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1ステップ、両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2ステップ、獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3ステップ、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4ステップを備えていることを特徴とする。

【0048】第2ステップは、たとえば、両画像間のオプティカルフローを推定するステップ、得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、一方の第1画像のある直線セグメントの端点の座標から他方の第2画像での座標を予測するステップ、および予測された第2画像での端点の座標値と最もマッチング度が高い第2画像の直線セグメントを探索するステップを備えている。

【0049】この発明による画像合成処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、2枚の画像の重なり部分から、各画像の直線セグメントを抽出する第1ステップ、両画像間での直線セグメントの対応づけを獲得する第2ステップ、獲得された両画像間での直線セグメントの対応づけから、両画像間の幾何変換パラメータを算出する第3ステップ、および算出された幾何変換パラメータを用いて、両画像を合成する第4ステップをコンピュータに実行させるための画像合成処理プログラムを記録していることを特徴とする。

【0050】第2ステップは、たとえば、両画像間のオプティカルフローを推定するステップ、得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、一方の第1画像のある直線セグメントの端点の座標から他方の第2画像での座標を予測するステップ、および予測された第2画像での端点の座標値と最もマッチング度が高い第2画像の直線セグメントを探索するステップを備えている。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について説明する。

【0052】[2] パノラマ画像合成装置の説明

【0053】図7は、パノラマ画像合成装置の構成を示している。

【0054】パノラマ画像合成装置は、パーソナルコンピュータによって実現される。パーソナルコンピュータ10には、ディスプレイ21、マウス22およびキーボード23が接続されている。パーソナルコンピュータ10は、CPU11、メモリ12、ハードディスク13、CD-ROMのようなりムーバブルディスクのドライブ(ディスクドライブ)14を備えている。

【0055】ハードディスク13には、OS(オペレーティングシステム)等の他、パノラマ画像合成処理プログラムが格納されている。パノラマ画像合成処理プログラムは、それが格納されたCD-ROM20を用いて、ハードディスク13にインストールされる。また、ハー

ディスク13には、デジタルカメラによって撮像された複数の画像が予め格納されているものとする。

【0056】[2] パノラマ画像合成プログラムが起動せしめられた場合にCPU11によって行われるパノラマ画像合成処理の説明

【0057】図8は、CPU11によって行われるパノラマ画像合成処理手順を示している。

【0058】ここでは、説明の便宜上の2枚の画像を合成して、パノラマ画像を生成する場合について説明する。

【0059】まず、合成されるべき2枚の画像をメモリ12に読み込む(ステップ1)。説明の便宜上、ここでは、重なり部を有する2枚の画像(第1画像A1及び第2画像A2)がメモリ12に読み込まれたとする。

【0060】第1画像A1と第2画像A2との重なり部の抽出処理が行われる(ステップ2)。この重なり部の抽出処理は、たとえば、以下に述べるSSD法(Sum of Squared Difference)または正規化相互関関法に基づいて行われる。なお、入力画像がビデオ映像のように、フレーム間の差異が小さい場合には、このステップを省略することができる。

【0061】(a) SSD法の説明

SSD法では、まず、重なり部を抽出すべき2枚の画像A1、A2それぞれについて、原画像より解像度の低い画像I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>が生成される。2枚の低解像度画像I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>の重なり部分ω(サイズ: M×N)が、次式10に示すように画素あたりの2乗誤差Eを用いて求められる。画像間の移動量(d)が可能な範囲で変化せしめられ、Eが最も小さい移動量(d)から、重なり部が抽出される。

【0062】

【数10】

$$E(d) = \frac{\sum_{x \in \omega} (I_1(x) - I_2(x+d))^2}{M \times N}$$

【0063】(b) 正規化相互関法の説明

正規化相互関法では、まず、重なり部を抽出すべき2枚の画像A1、A2それぞれについて、原画像より解像度の低い画像I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>が生成される。2枚の低解像度画像I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>の重なり部分ω(サイズ: M×N)が、次式11に示すように正規化相互関係係数Cを用いて求められる。画像間の移動量(d)が可能な範囲で変化せしめられ、Cが最も大きな移動量(d)から、重なり部が抽出される。

【0064】

【数11】

$$C(d) = \frac{\sum_{x \in \omega} (I_1(x) - \bar{I}_1)(I_2(x+d) - \bar{I}_2)}{\sqrt{\sigma_1 \cdot \sigma_2}}$$

画像を固定させ、第2画像をdだけ移動させたときの、両画像の重なり部における各画像それぞれの濃淡値の平均である。また、 $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ は、第1画像 $I_1$ を固定させ、第2画像 $I_2$ をdだけ移動させたときの、両画像の重なり部における各画像それぞれの濃淡値の分散である。

【0066】次に、線特徴抽出処理が行われる（ステップ3）。つまり、第1画像 $A_1$ における第2画像 $A_2$ との重なり部分から、各画像 $A_1$ 、 $A_2$ の線特徴を抽出する。

【0067】これには、一般的な方法を用いる。例えば、Cannyのエッジ抽出処理（J. F. Canny "Finding edges and lines in images," MIT Technical Report, AI-TR-720, 1983）によってエッジを抽出した後、得られたエッジ画素列を直線毎に分割する。各直線毎に分割されたエッジ画素を用いて、直線の方程式をあてはめる。ここで、各直線セグメントが持つ属性は、直線の方程式、端点の座標に加えて、直線のどちらかが明るいかの情報、すなわち、エッジの変化の方向を使う。

【0068】次に、線特徴対応づけ処理が行われる（ステップ4）。各画像 $A_1$ 、 $A_2$ で抽出された直線セグメントを画像 $A_1$ 、 $A_2$ 間で対応づける。

【0069】ここでは、文献（千葉直樹、金出 武雄、「途切れや近接配置にロバストな線特徴追跡」、電子情報通信学会論文誌 Vol. J81-D-II No. 8, 1998）に記載された方法によって、各画像 $A_1$ 、 $A_2$ で抽出された直線セグメントを画像 $A_1$ 、 $A_2$ 間で対応づける。線特徴対応づけ処理は、次の3ステップからなる。

#### 【0070】(1) 第1のステップ

第1のステップは、画像間のオプティカルフローを推定するステップである。このステップでは、本出願人が開発したオプティカルフロー推定方法（従来技術の説明の欄の【2】参照）に基づいてパッチ毎にオプティカルフローを推定する。この際、信頼度に基づいて信頼度がしきい値よりも低いパッチの結果を捨て、まわりの信頼度の高いパッチの結果を用いて膨張処理により補完する。また、これらの処理は、解像度を変えて作成したピラミッド画像を用いて粗密解析的に行われる。

#### 【0071】(2) 第2のステップ

第2のステップは、得られたオプティカルフロー推定結果を用いて、第1画像 $A_1$ のある直線セグメントの端点の座標から第2画像での座標を算出するステップである。端点の座標に対するフローベクトルを近傍のパッチのオプティカルフロー推定結果を用いて双線形補間により画素以下の単位で算出する。

#### 【0072】(3) 第3のステップ

第3のステップでは、予測された第2画像での座標値と最もマッチする第2画像の直線セグメントを探査するステップである。

【0073】ここで、第3のステップでは、次に示す類

似度に基づいて探索を行う。ここで、図9に示すように画像間のオプティカルフロー推定を用いて計算された、第1画像のある直線セグメントの第2画像での直線セグメントの位置を $L_i$ とし、第2画像の直線セグメントの中で着目している直線セグメントを $L_j$ とする。そして、これら両直線セグメント $L_i$ 、 $L_j$ 間の距離 $D$ と重なり率 $P$ を定義する。この時、2直線セグメント間の方程式から計算される中線を利用する。まず、距離 $D$ は、各直線セグメントから中線までの距離の和とし、次式1

10 2で示される。

【0074】

【数12】

$$D = d_i + d_j$$

【0075】また、重なり率 $P$ は、各直線セグメントを中線に投影し、それらの投影された両直線セグメントが共通して存在する長さ $P_c$ と、どちらか一方の直線が存在する長さ $P_w$ から次式13で示される。

【0076】

【数13】

$$P = \frac{P_c}{P_w}$$

【0077】そして、これらの距離 $D$ と重なり率 $P$ から、類似度 $S$ は次式14で示される。

【0078】

【数14】

$$S = \frac{1}{k_d D + k_p P}$$

【0079】ただし、 $k_d$ および $k_p$ は、定数であり、実験的に定める。

30 30 【0080】この類似度 $S$ を用いて、最も類似度の高い直線セグメントを、最もマッチしたものとして選択する。

【0081】次に、幾何変換パラメータが算出される（ステップ5）。

【0082】上記ステップ4で獲得された直線セグメントの対応から、画像間の幾何変換パラメータを算出す。ここでは、幾何変換モデルとして平面射影変換を例に説明する。まず、直線セグメントの属性から直線セ

40 メントを同次座標で表現する（O. Faugeras, "Three-Dimensional Computer Vision : A Geometric Viewpoint," MIT Press, 1993 参照）。

【0083】ここで、同次座標で表現された第1画像の直線セグメント $l_1$ と、対応する第2画像の直線セグメント $l_2$ の間には、幾何変換 $H_L$ を用いて、次式15で表される関係が成り立つ。

【0084】

【数15】

$$l_2 = H_L l_1$$

50 【0085】ここで、行列 $H_L$ は、4組以上の直線セ

メントの対応を用いて算出できる。また、2画像間の座標の幾何変換行列 $H_p$ は、この $H_L$ から次式16で算出できる (O. Faugeras, "Three-Dimensional Computer Vision : A Geometric Viewpoint," MIT Press, 1993 参照)。

【0086】

【数16】

$$H_p = (H_L)^t$$

【0087】ここで、 $t$ は行列の転置、 $A^{-1}$ は行列Aの逆行列を示す。

【0088】次に、画像合成処理が行なわれる (ステップ6)。

【0089】第1画像A1および第2画像A2と、ステップ5で算出された幾何変換行列 $H_p$ とに基づいて、第1画像A1と第2画像A2とが合成される。

【0090】

【発明の効果】この発明によれば、画像に模様 (テクスチャ) が少なく、十分な点特徴の対応が得られない場合でも、精度の高いパノラマ画像が得られるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、階層的推定法を説明するための図であって、階層1の画像を示す模式図である。

【図2】図2は、階層的推定法を説明するための図であって、階層2の画像を示す模式図である。

【図3】図3は、階層的推定法を説明するための図であ

って、階層3の画像を示す模式図である。

【図4】図4は、階層的推定法を説明するための図であって、階層4の画像を示す模式図である。

【図5】図5は、実施例で採用されたオプティカルフロー推定法において行われる膨張処理を説明するための模式図である。

【図6】図6 (a) は、ある階層の画像に対してしきい値処理されたオプティカルフローの例を示す模式図であり、図6 (b) は、補完後のオプティカルフローを示す模式図である。

【図7】図7は、パノラマ画像合成装置の構成を示すブロック図である。

【図8】図8は、パノラマ画像合成処理手順を示すフローチャートである。

【図9】線特徴対応づけ処理を説明するための模式図である。

【符号の説明】

10 10 パーソナルコンピュータ

11 11 C P U

20 12 メモリ

13 ハードディスク

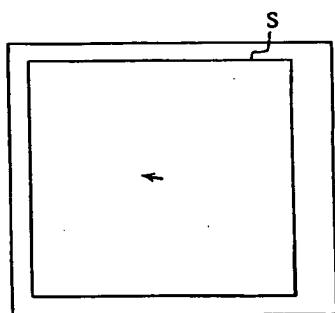
14 リムーバブルディスクのドライブ

21 ディスプレイ

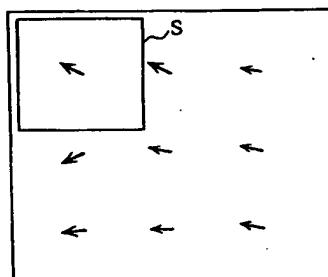
22 マウス

23 キーボード

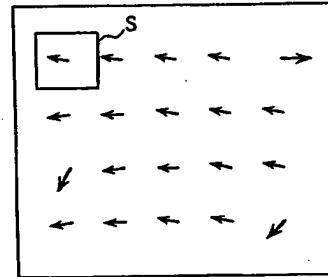
【図1】



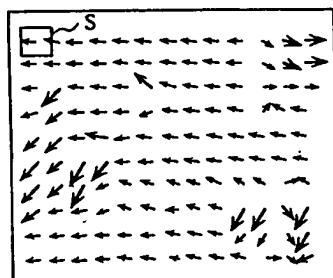
【図2】



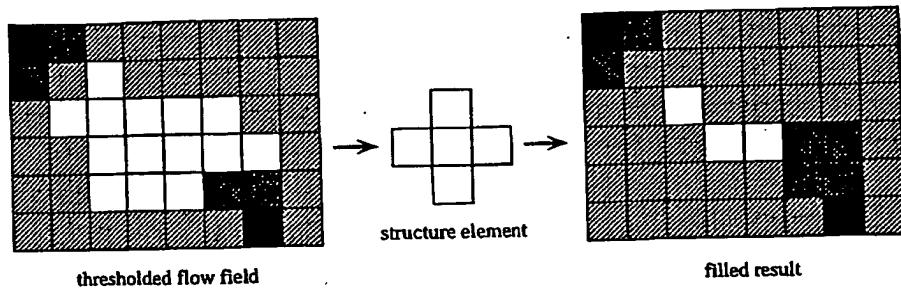
【図3】



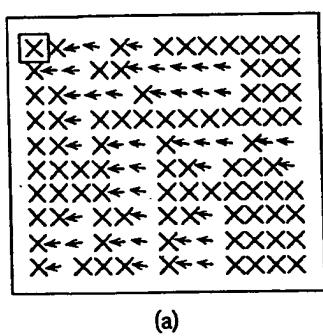
【図4】



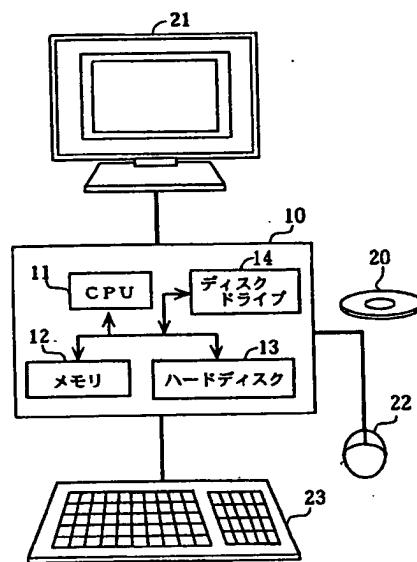
【図5】



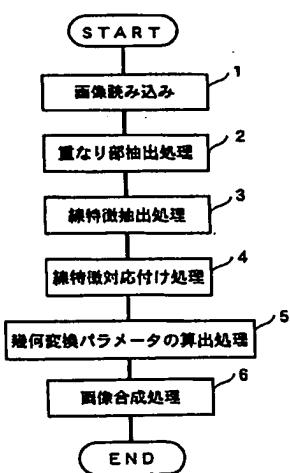
【図6】



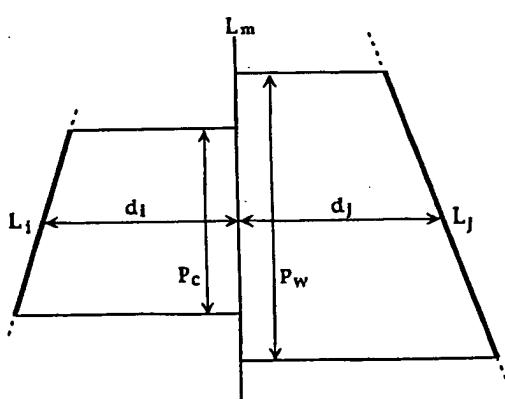
【図7】



【図8】



【図9】



**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** In an image synthesizer unit which compounds an image of two sheets which has a lap portion from a lap portion of an image of two sheets 1st means to extract a straight line segment of each image, 2nd means to gain matching of a straight line segment between both images, An image synthesizer unit characterized by having 4th means to compound both images from matching of a straight line segment between both gained images using 3rd means to compute a geometric conversion parameter between both images, and a computed geometric conversion parameter.

**[Claim 2]** The 2nd means is an image synthesizer unit [ equipped with a means to predict a coordinate in the 2nd image of another side from a coordinate of an endpoint of a straight line segment with one 1st image, and a means to search for a predicted straight line segment of a coordinate value of an endpoint in the 2nd image, and the 2nd image with whenever / highest / matching ] according to claim 1 using a means to presume an optical flow between both images, and an obtained optical flow presumption result.

**[Claim 3]** In an image composition method which compounds an image of two sheets which has a lap portion from a lap portion of an image of two sheets The 1st step which extracts a straight line segment of each image, the 2nd step which gains matching of a straight line segment between both images, An image composition method characterized by having the 4th step which compounds both images from matching of a straight line segment between both gained images using the 3rd step which computes a geometric conversion parameter between both images, and a computed geometric conversion parameter.

**[Claim 4]** The 2nd step is the image composition method [ equipped with a step which predicts a coordinate in the 2nd image of another side from a coordinate of an endpoint of a straight line segment with one 1st image, and a step which searches for a predicted

straight line segment of a coordinate value of an endpoint in the 2nd image, and the 2nd image with whenever / highest / matching ] according to claim 3 using a step which presumes an optical flow between both images, and an obtained optical flow presumption result.

[Claim 5] It is the record medium which recorded an image composition processing program which compounds an image of two sheets which has a lap portion and in which computer reading is possible. The 1st step which extracts a straight line segment of each image from a lap portion of an image of two sheets, From matching of a straight line segment between both images that gain matching of a straight line segment between both images and that were gained the 2nd step A record medium which a computer was made to perform the 4th step which compounds both images using the 3rd step which computes a geometric conversion parameter between both images, and a computed geometric conversion parameter, and recorded an image composition processing program of a \*\*\*\* sake and in which computer reading is possible.

[Claim 6] A step the 2nd step presumes an optical flow between both images to be, A step which predicts a coordinate in the 2nd image of another side from a coordinate of an endpoint of a straight line segment with one 1st image using an obtained optical flow presumption result, And a record medium which recorded an image composition processing program [ equipped with a step which searches for a predicted straight line segment of a coordinate value of an endpoint in the 2nd image, and the 2nd image with whenever / highest / matching ] according to claim 5 and in which computer reading is possible.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the record medium which recorded the image synthesizer unit, the image composition method, and the image composition program.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] [1] Explanation about the calculation method of the conventional optical flow [0003] An optical flow is calculated from the image of two sheets, and the technology of performing alignment between the images of two sheets is known based on the obtained optical flow. The calculation method of the conventional OPUTE cull flow is explained.

[0004] (1) From the Lucas-Kanade method former, many technique of calculating the speed field (optical flow) of the appearance of the movement body in a dynamic image is proposed. Lucas-Kanade which is a partial gradient method especially  $\rightarrow$  law is one of the best technique. The reason is that processing has ease [ a high speed and mounting ] and a result has reliability.

[0005] About the details of the Lucas-Kanade method, it is reference. : Refer to B.Lucas and T.Kanade and "An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision" In Seventh International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-81), pp.674-979, and 1981.

[0006] Below, the outline of the Lucas-Kanade method is described. When the shade pattern  $I(x, y, t)$  of image coordinate  $p = (x, y)$  of a certain time of day  $t$  moves after a certain minute time amount ( $\Delta t$ ), keeping the shade distribution constant on a coordinate  $(x+\Delta x, y+\Delta y)$ , the following optical flow restricted type 1 is realized.

[0007]

[Equation 1]

[0008] Since the number of unknown parameters is two pieces in order to calculate an optical flow  $\{v = (\Delta x / \Delta t, \Delta y / \Delta t) = (u, v)\}$  by the two-dimensional image, a piece restricted type is already required. Lucas Kanade (\*\*\*\*) In the partial field of the same body, it was assumed that it had the same optical flow.

[0009] For example, the square error  $E$  of a shade pattern to minimize in the partial field  $\Omega$  on an image supposing an optical flow is fixed is  $I_0(p) = I(x, y, t)$ ,  $I_1(p+v) = I(x+u, y+v, t+\Delta t)$

If it rewrites, it can define by the degree type 2.

[0010]

[Equation 2]

[0011] Since  $v$  can disregard the secondary more than term of the Taylor expansion here when very small, the relation of the degree type 3 is realized.

[0012]

[Equation 3]

[0013] Here,  $g(p)$  is  $I_1$ . It is the primary differential of  $(p)$ .

[0014] Since it is a time of the differential value over  $v$  of  $E$  being 0 that Error  $E$  becomes min, the relation of the degree type 4 is realized.

[0015]

[Equation 4]

[0016] Therefore, an optical flow  $v$  is called for by the degree type 5.

[0017]

[Equation 5]

[0018] Furthermore, it can ask to be shown in the degree type 6 with a sufficient precision by the Newton RAFUSON-iterative operation.

[0019]

[Equation 6]

[0020] (2) Since good initial value is required for the biggest trouble of a gradient method including the hierarchical presuming method Lucas-Kanade method, it is inapplicable to a big motion. Then, the method of creating and solving from the former the image with which the resolution of several step time differs in a pyramid layered structure mold is proposed.

[0021] This creates first the image with which several steps of resolution of each image differs beforehand from the continuous image of two sheets. Next, a rough optical flow is calculated between images with the lowest resolution. And it refers to this result and a more precise optical flow is calculated between images with high one-step resolution. This processing is successively repeated between images with the highest resolution.

[0022] drawing 4 .. a subject-copy image .. in drawing 3 , drawing 2 shows an image with resolution lower than the low resolution picture of drawing 3 , and drawing 1 shows the image with resolution lower than the low resolution picture of drawing 2 for the image with resolution lower than the subject-copy image of drawing 4 , respectively. In drawing 1 - drawing 4 , S shows one patch.

[0023] An optical flow is gradually called for in order of the image (a hierarchy's 1 image) of drawing 1 , the image (a hierarchy's 2 image) of drawing 2 , the image (a hierarchy's 3 image) of drawing 3 , and the image (a hierarchy's 4 image) of drawing 4 . In drawing 1 - drawing 4 , the arrow head shows the optical flow vector searched for for every patch.

[0024] However, by the real image, a trouble here has few fields including sufficient pattern (texture), and is not to obtain a reliable optical flow.

[0025] [2] Explanation about the optical flow calculation method which these people developed.

[0026] The optical flow calculation method which these people developed creates the

image with which the resolution of several step time differs in a pyramid hierarchical type, and is premised on hierarchical presumption which calculates an optical flow gradually. the count method of an optical flow -- Lucas-Kanade -- gradient methods, such as law, are followed. That is, it is premised on the optical flow presuming method by the layered-structure-ized gradient method. Here, the Lucas-Kanade method is used as a gradient method.

[0027] Lucas-Kanade which layered-structure-ized the feature of the optical flow presumption method which these people developed -- it is in complementing the optical flow obtained in each phase of the optical flow presuming method by law by expansion processing. Hereafter, this is explained in detail.

[0028] One of the advantages of the Lucas-Kanade method is that a trace result has reliability. Tomasi Kanade The trace possibility of a certain field showed that it was computable from a differential image as follows (C. Tomasi and T.Kanade and "Shape and Motion from Image Streams: a Factorization method-Part 3 Detection and Tracking of Point Features" CMU-CS -91-132, Carnegie Mellon University, 1991.).

[0029] From the coefficient matrix  $G$  of  $2 \times 2$  of the degree type 7 which has the square of the perpendicular and horizontal differential of a certain field image  $\omega$  in an element, the trace possibility of the field can be determined by calculating the characteristic value.

[0030]

[Equation 7]

[0031] When the characteristic value of both of this matrix  $G$  is large, that field has change in the rectangular direction, and positioning of a meaning is possible for it. Therefore, characteristic value  $\lambda_{\min}$  of the smaller one The reliability  $\gamma$  of a trace result can be acquired from the shade remainder  $E$  between the fields after a trace by the degree type 8.

[0032]

[Equation 8]

[0033] this invention persons developed the method of interpolating the field where reliability is low using the high result of reliability within the same hierarchy of an optical flow. this -- a single step -- the result in a coarse hierarchy is used only for the initial value of a trace, and nothing uses it for the result of the hierarchy of a present stage who pays his attention. Instead, the optical flow of a field with few textures assumes that it has a value near the optical flow of the perimeter, and complements a

flow field by mol follow G processing.

[0034] The situation of expansion processing of a flow vector is shown in drawing 5.

[0035] The left figure expresses the map of the reliability of a flow vector with a shade.

Here, the more it is black, the more suppose that reliability is high.

[0036] First, threshold processing of the acquired flow is carried out. Since the reliability of a result is low, threshold processing of the white portion is carried out.

[0037] Next, the stopgap processing by the mol follow G operation in a binary image is imitated, and expansion processing of a result is performed as follows in a flow field. From the about four flow vector, the flow vector  $u$  of some fields  $i$  and  $j$  ( $i, j$ ) performs weighting according to reliability gamma, and can calculate it like the degree type 9.

[0038]

[Equation 9]

[0039] This processing is repeated until the field where all the reliability by which threshold processing was carried out is low is buried. This complement processing is performed in each hierarchy. In addition, you may make it compute the flow vector  $u$  of some fields  $i$  and  $j$  ( $i, j$ ) by performing weighting according to reliability gamma from the about eight flow vector.

[0040] Drawing 6 (a) shows the optical flow by which threshold processing was carried out to a certain hierarchy's image, and drawing 6 (b) shows the optical flow after a complement. In drawing 6 (a), an arrow head is the optical flow vector judged as reliability being high by threshold processing, and x mark shows the portion made low [reliability].

[0041] [3] explanation of the generation method of the conventional panorama image -- although there is a method using the omnidirection sensor which used the fish-eye lens and the mirror among the methods of gaining the image of a large visual field, it is expensive and there is a problem that resolution is low.

[0042] The technique of, sticking and setting two or more images picturized with the usual camera on the other hand, and compounding a panorama image is proposed. As this kind of the image composition method, the method which this applicant for a patent developed is learned (refer to JP,11-339021,A). By the image composition method which this applicant for a patent has already developed, a panorama image is compounded by extracting the characteristic small rectangle image (point feature) of an image, matching these focus between the images of two sheets, and computing the geometric conversion parameter between the images of two sheets from those correspondence relation.

[0043] however -- the case where the point features, such as a wall of the monochrome of a building, are not fully acquired by the above-mentioned conventional method -- precision -- there is a problem that it is difficult to compute a geometric conversion parameter highly.

[0044]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As for this invention, an image has few patterns (texture), and even when correspondence of sufficient point feature is not obtained, it aims at offering the record medium which recorded the image synthesizer unit and the image composition method that a panorama image with a high precision is obtained, and the image composition program.

[0045]

[Means for Solving the Problem] In an image synthesizer unit with which an image synthesizer unit by this invention compounds an image of two sheets which has a lap portion 1st means to extract a straight line segment of each image from a lap portion of an image of two sheets, From matching of a straight line segment between both images that gain matching of a straight line segment between both images and that were gained the 2nd means It is characterized by having 4th means to compound both images, using 3rd means to compute a geometric conversion parameter between both images, and a computed geometric conversion parameter.

[0046] A thing equipped with a means to predict a coordinate in the 2nd image of another side from a coordinate of an endpoint of a straight line segment which has one 1st image as the 2nd means, for example using a means to presume an optical flow between both images, and an obtained optical flow presumption result, and a means to search for a predicted straight line segment of a coordinate value of an endpoint in the 2nd image and the 2nd image with whenever [ matching / highest ] is used.

[0047] In an image composition method that an image composition method by this invention compounds an image of two sheets which has a lap portion The 1st step which extracts a straight line segment of each image from a lap portion of an image of two sheets, From matching of a straight line segment between both images that gain matching of a straight line segment between both images and that were gained the 2nd step It is characterized by having the 4th step which compounds both images using the 3rd step which computes a geometric conversion parameter between both images, and a computed geometric conversion parameter.

[0048] The 2nd step is equipped with a step which predicts a coordinate in the 2nd image of another side from a coordinate of an endpoint of a straight line segment with one 1st image, and a step which searches for a predicted straight line segment of a

coordinate value of an endpoint in the 2nd image, and the 2nd image with whenever [ matching / highest ] using a step which presumes an optical flow for example, between both images, and an obtained optical flow presumption result.

[0049] A record medium which recorded an image composition processing program by this invention and in which computer reading is possible The 1st step which extracts a straight line segment of each image from a lap portion of an image of two sheets, From matching of a straight line segment between both images that gain matching of a straight line segment between both images and that were gained the 2nd step It is characterized by making a computer perform the 4th step which compounds both images using the 3rd step which computes a geometric conversion parameter between both images, and a computed geometric conversion parameter, and recording an image composition processing program of a \*\*\*\* sake.

[0050] The 2nd step is equipped with a step which predicts a coordinate in the 2nd image of another side from a coordinate of an endpoint of a straight line segment with one 1st image, and a step which searches for a predicted straight line segment of a coordinate value of an endpoint in the 2nd image, and the 2nd image with whenever [ matching / highest ] using a step which presumes an optical flow for example, between both images, and an obtained optical flow presumption result.

[0051]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of this invention is explained.

[0052] [2] Explanation of a panorama image synthesizer unit [0053] Drawing 7 shows the configuration of a panorama image synthesizer unit.

[0054] A panorama image synthesizer unit is realized by the personal computer. The display 21, the mouse 22, and the keyboard 23 are connected to the personal computer 10. The personal computer 10 is equipped with the drive (disk drive) 14 of CPU11, memory 12, a hard disk 13, and a removable disk like CD-ROM.

[0055] a hard disk 13 .. OS (operating system) etc. .. others .. the panorama image composition processing program is stored. A panorama image composition processing program is installed on a hard disk 13 using CD-ROM20 in which it was stored. Moreover, two or more images picturized with the digital camera shall be beforehand stored in a hard disk 13.

[0056] [2] Explanation of the panorama image composition processing performed by CPU11 when a panorama image composition program is made to start [0057] Drawing 8 shows the panorama image composition procedure performed by CPU11.

[0058] Here, the image of two sheets on expedient of explanation is compounded, and

the case where a panorama image is generated is explained.

[0059] First, the image of two sheets which should be compounded is read into memory 12 (step 1). Suppose that the image (the 1st image A1 and the 2nd image A2) of two sheets of explanation which have the lap section for convenience here was read into memory 12.

[0060] Extract processing of the lap section of the 1st image A1 and the 2nd image A2 is performed (step 2). SSD which describes extract processing of this lap section below -- it is carried out based on law (Sum of Squared Difference) or a normalization cross-correlation method. In addition, like a video image, an input image can skip this step, when an inter-frame difference is small.

[0061] (a) SSD -- the explanation SSD of law -- the images A1 and A2 of two sheets which should extract the lap section first in law -- each -- the image I1 with resolution lower than a subject-copy image, and I2 It is generated. The low resolution picture I1 of two sheets, and I2 It is asked using the square error E per pixel for the lap portion omega (size: MxN) to show in the degree type 10. The movement magnitude between images (d) is made to change in the possible range, and the lap section is extracted for E from the smallest movement magnitude (d).

[0062]

[Equation 10]

[0063] (b) the images A1 and A2 of two sheets which should extract the lap section first by the explanation normalization cross-correlation method of a normalization cross-correlation method -- each -- the image I1 with resolution lower than a subject-copy image, and I2 It is generated. The low resolution picture I1 of two sheets, and I2 It is asked using the normalization cross correlation function C for the lap portion omega (size: MxN) to show in the degree type 11. The movement magnitude between images (d) is made to change in the possible range, and the lap section is extracted from movement magnitude (d) with biggest C.

[0064]

[Equation 11]

[0065] In a formula 11,  $I1_{\sim}$  and  $I2_{\sim}$  are the averages of the gray level of each of each image in the lap section of both images when the 1st image is made to fix and only d moves the 2nd image. Moreover, mho1 and mho2 The 1st image I1 It is made to fix and is the 2nd image I2. It is distribution of the gray level of each of each image in the lap section of both images when only d makes it move.

[0066] Next, line feature-extraction processing is performed (step 3). That is, the line feature of each images A1 and A2 is extracted from a lap portion with the 2nd image A2 in the 1st image A1.

[0067] A general method is used for this. For example, Canny After edge extract processing (J.F.Canny "Finding edges and lines in images" MIT Technical Report, AI-TR -720, 1983) extracts an edge, the acquired edge pixel train is divided for every straight line. A linear equation is applied using the edge pixel divided for every straight line. Here, in addition to a linear equation and the coordinate of an endpoint, the information of change of an edge on whether one of linear is bright, i.e., the direction, is used for the attribute which each straight line segment has.

[0068] Next, the line feature matching processing is performed (step 4). The straight line segment extracted by each images A1 and A2 is matched between an image A1 and A2.

[0069] Here, the straight line segment extracted by each images A1 and A2 is matched between an image A1 and A2 by the method indicated by reference (Naoki Chiba, \*\*\*\* Takeo, the "line feature trace robust to a way piece or contiguity arrangement", Institute of Electronics, Information and Communication Engineers paper magazine Vol J81-D-II No.8, 1998). The line feature matching processing consists of the following three steps.

[0070] (1) The 1st step [ 1st ] of a step is a step which presumes the optical flow between images. At this step, an optical flow is presumed for every patch based on the optical flow presumption method (refer to [2] of the column of explanation of the conventional technology) which these people developed. Under the present circumstances, based on reliability, the result of the patch with reliability lower than a threshold is thrown away, and it complements by expansion processing using the result of a high patch of surrounding reliability. Moreover, these processings are given to an of-condensation-and-rarefaction analysis target using the pyramid image which changed and created resolution.

[0071] (2) The 2nd step [ 2nd ] of a step is a step which computes the coordinate in the 2nd image using the obtained optical flow presumption result from the coordinate of the endpoint of a straight line segment with the 1st image A1. The flow vector over the coordinate of an endpoint is computed in the unit below a pixel by congruence linear interpolation using the optical flow presumption result of a nearby patch.

[0072] (3) It is the step which searches for the straight line segment of the 2nd image which matches the coordinate value in the 2nd predicted image most at the 3rd step [ 3rd ] of a step.

[0073] Here, the 3rd step is searched based on the similarity shown below. It is  $Li$  about the location of the straight line segment in the 2nd image of a straight line segment with the 1st image calculated here using optical flow presumption between images as shown in drawing 9. It is  $Lj$  about the straight line segment to which it carries out and its attention is paid in the straight line segment of the 2nd image. It carries out. And both [ these ] the straight line segment  $Li$ , the distance  $D$  between  $Lj(s)$ , and the rate  $P$  of a lap are defined. At this time, the median line calculated from the equation between 2 straight-line segments is used. First, distance  $D$  is made into the sum of the distance from each straight line segment to the median line, and is shown by the degree type 12.

[0074]

[Equation 12]

[0075] Moreover, the rate  $P$  of a lap projects each straight line segment on the median line, and is shown by the degree type 13 from the length  $Pc$  in which both those projected straight line segments exist in common, and the length  $Pw$  in which one of straight lines exist.

[0076]

[Equation 13]

[0077] And Similarity  $S$  is shown by the degree type 14 from these distance  $D$  and rates  $P$  of a lap.

[0078]

[Equation 14]

[0079] However,  $kd$  And  $kp$  It is a constant and sets experimentally.

[0080] A straight line segment with the highest similarity is chosen as what matched most using this similarity  $S$ .

[0081] Next, a geometric conversion parameter is computed (step 5).

[0082] The geometric conversion parameter between images is computed from correspondence of the straight line segment gained at the above-mentioned step 4. Here, plane projective transformation is explained to an example as a geometric conversion model. First, a straight line segment is expressed by homogeneous coordinates from the attribute of a straight line segment (refer to O.Faugeras and "Three-Dimensional Computer Vision : A Geometric Viewpoint" MIT Press and 1993).

[0083] Here, between the straight line segment  $l1$  of the 1st image expressed by homogeneous coordinates, and the straight line segment  $l2$  of the 2nd corresponding

image, it is the geometric conversion HL. It uses and the relation expressed with the degree type 15 is realized.

[0084]

[Equation 15]

[0085] Here, it is Matrix HL. It is computable using correspondence of 4 or more sets of straight line segments. moreover, geometric transformation matrix HP of the coordinate between 2 images This HL from -- computable (refer to O.Faugeras and "Three-Dimensional Computer Vision : A Geometric Viewpoint" MIT Press and 1993) by the degree type 16.

[0086]

[Equation 16]

[0087] Here, it is t. The transpose of a matrix and A<sup>-1</sup> show the inverse matrix of Matrix A.

[0088] Next, image composition processing is performed (step 6).

[0089] The 1st image A1 and the 2nd image A2, and geometric transformation matrix HP computed at step 5 It is based and the 1st image A1 and the 2nd image A2 are compounded.

[0090]

[Effect of the Invention] According to this invention, an image has few patterns (texture), and even when correspondence of sufficient point feature is not obtained, a panorama image with a high precision comes to be obtained.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is drawing for explaining the hierarchical presuming method, and is the mimetic diagram showing a hierarchy's 1 image.

[Drawing 2] Drawing 2 is drawing for explaining the hierarchical presuming method, and is the mimetic diagram showing a hierarchy's 2 image.

[Drawing 3] Drawing 3 is drawing for explaining the hierarchical presuming method, and is the mimetic diagram showing a hierarchy's 3 image.

[Drawing 4] Drawing 4 is drawing for explaining the hierarchical presuming method, and is the mimetic diagram showing a hierarchy's 4 image.

[Drawing 5] Drawing 5 is a mimetic diagram for explaining the expansion processing

performed in the optical flow presumption method adopted in the example.

[Drawing 6] Drawing 6 (a) is the mimetic diagram showing the example of the optical flow by which threshold processing was carried out to a certain hierarchy's image, and drawing 6 (b) is the mimetic diagram showing the optical flow after a complement.

[Drawing 7] Drawing 7 is the block diagram showing the configuration of a panorama image synthesizer unit.

[Drawing 8] Drawing 8 is a flow chart which shows panorama image composition procedure.

[Drawing 9] It is a mimetic diagram for explaining the line feature matching processing.

**[Description of Notations]**

10 Personal Computer

11 CPU

12 Memory

13 Hard Disk

14 Drive of Removable Disk

21 Display

22 Mouse

23 Keyboard